



Uso de una herramienta de valoración sistemática de lectura de radiografía de tórax en estudiantes de último año de medicina de la Universidad de los Andes en rotación clínica en la Fundación Santa Fe de Bogotá entre septiembre de 2024 y abril de 2025.

Autor:

Andrés Camilo Solano Rivera

Jorge Mario Hernández Aranda

Director

Andrés Felipe Yepes Velasco

Jorge Armando Carrizosa González

Trabajo presentado como requisito para optar por el
título de **Especialista en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo**

Bogotá D.C, Colombia

2025

**Uso de una herramienta de valoración sistemática de lectura de radiografía de tórax en
estudiantes de último año de medicina de la Universidad de los Andes en rotación clínica en la
Fundación Santa Fe de Bogotá entre septiembre de 2024 y abril de 2025.**

Autor

Andrés Solano Rivera

Jorge Mario Hernández Aranda

Tutores

Andrés Felipe Yepes Velasco

Jorge Armando Carrizosa González

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Medicina Crítica y Cuidado Intensivo

Universidad del Rosario

Bogotá D.C, Colombia

2025

Identificación del proyecto

Institución académica: Universidad Colegio mayor nuestra señora del Rosario

Dependencia: Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, departamento de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo

Título de la investigación: Uso de una herramienta de valoración sistemática de lectura de radiografía de tórax en estudiantes de último año de medicina de la Universidad de los Andes en rotación clínica en la Fundación Santa Fe de Bogotá entre septiembre de 2024 y abril de 2025.

Instituciones participantes: Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá

Tipo de investigación: Estudio experimental, aleatorizado y de carácter educativo.

Investigador principal: Andrés Camilo Solano Rivera

Investigadores asociados: Jorge Mario Hernández Aranda

Asesor clínico o temático: Andrés Felipe Yepes Velasco

Asesor metodológico: Jorge Armando Carrizosa González

Tabla de Contenido

0. Resumen.....	1
1. Introducción.....	5
1.1 Planteamiento del problema.....	5
1.2 Justificación.....	7
2. Marco Teórico	7
3. Pregunta de investigación	14
4. Objetivos	14
4.1 Objetivo general.....	14
4.2 Objetivos específicos	14
5. Formulación de hipótesis	15
6. Metodología.....	15
6.1 Tipo y diseño de estudio	15
6.2 Población y muestra.....	17
6.3 Criterios de inclusión y exclusión.....	17
6.3.1 Criterios de inclusión	17
6.3.2 Criterios de exclusión.....	17
6.4 Tamaño de muestra	17
6.5 Muestreo.....	18
6.6 Definición y operacionalización de variables	18
6.7 Técnicas, procedimientos e instrumentos de la recolección de datos	21
6.8 Plan análisis de datos.....	22
6.9 Alcances y límites de la investigación	23
7. Aspectos éticos	24
7.1 Equipo de investigación	26
7.2 Categoría de la investigación.....	27
7.3 Población sujeta de investigación	27
8. Resultados	27
9. Discusión	31
10. Conclusiones.....	35
11. Administración del proyecto	37

<i>11.1 Presupuesto</i>	37
<i>11.2 Cronograma</i>	38
12. Referencias	40

Resumen

Introducción: La radiografía de tórax sigue siendo una herramienta fundamental en la valoración y el manejo diario de pacientes críticos. No obstante, su interpretación adecuada continúa siendo un desafío para los estudiantes debido a la superposición anatómica, la variabilidad técnica y los frecuentes errores perceptuales. La enseñanza entre pares y el uso de listas de verificación han mostrado utilidad educativa, pero existen pocos ensayos aleatorizados que evalúen su efecto combinado.

Objetivo: Evaluar el efecto de una intervención educativa dirigida por residentes, basada en el uso de un esquema sistemático o lista de verificación, para mejorar la interpretación de radiografías de tórax en estudiantes de último año de medicina.

Métodos: Se realizó un ensayo educativo aleatorizado entre septiembre de 2024 y abril de 2025 en la Universidad de los Andes (Bogotá, Colombia). Todos los participantes recibieron una conferencia sobre interpretación radiográfica dictada por residentes de medicina crítica. Posteriormente, fueron asignados aleatoriamente a un grupo control (solo conferencia) o a un grupo experimental (conferencia más entrenamiento con lista de chequeo). El desempeño se evaluó mediante un cuestionario en línea de 16 preguntas (8 de interpretación y 8 de diagnóstico). Se utilizaron pruebas no paramétricas para comparar grupos y se evaluó la consistencia interna mediante alfa de Cronbach.

Resultados: Cincuenta estudiantes completaron el estudio. El grupo experimental obtuvo puntuaciones medianas significativamente mayores en todas las dimensiones: interpretación (6 vs. 3; $p < 0.05$), diagnóstico (4 vs. 3; $p < 0.05$) y puntaje total (10 vs. 6; $p < 0.05$). Se observaron correlaciones significativas entre interpretación y puntaje total ($\rho = 0.78$, $p < 0.01$), y entre diagnóstico y puntaje total ($\rho = 0.69$, $p < 0.01$). La consistencia interna del instrumento fue moderada ($\alpha = 0.59$), con nueve ítems de excelente capacidad discriminativa ($D \geq 0.40$).

Conclusiones: Una intervención breve dirigida por residentes y guiada mediante lista de verificación mejoró de manera significativa el desempeño en interpretación de radiografías de tórax en estudiantes de medicina de último año. Este modelo de enseñanza entre pares demuestra ser una estrategia factible, de bajo costo y escalable para fortalecer habilidades perceptuales y analíticas esenciales en la formación en cuidado crítico. Si bien la interpretación mejoró notablemente, la integración diagnóstica

se mantuvo limitada, lo que sugiere la necesidad de estrategias complementarias que conecten la percepción con el razonamiento clínico.

Palabras clave: radiografía de tórax, educación en cuidado crítico, enseñanza entre pares, estudiantes de medicina, aprendizaje guiado por listas de verificación, habilidades de interpretación.

Abstract

Background: Chest radiography remains a cornerstone in the evaluation and daily management of critically ill patients. However, accurate interpretation continues to challenge trainees due to overlapping structures, variable image quality, and frequent perceptual errors. Near-peer teaching and structured checklists have shown potential to improve diagnostic accuracy, yet few randomized studies have evaluated their combined educational impact.

Objective: To assess the effectiveness of a resident-led, checklist-guided educational intervention in improving systematic chest radiograph (CXR) interpretation among final-year medical students.

Methods: A randomized educational trial was conducted between September 2024 and April 2025 at Universidad de los Andes (Bogotá, Colombia). All participants attended a standardized lecture on CXR interpretation led by intensive care residents. Students were then randomized into two groups: a control group (lecture-only) and an experimental group (lecture plus checklist-guided training). Performance was measured through a 16-item online test (8 interpretation, 8 diagnosis questions). Scores were compared using nonparametric tests, and internal consistency was assessed with Cronbach's alpha.

Results: Fifty students completed the study. The experimental group achieved significantly higher median scores across all domains: interpretation (6 vs. 3; $p < 0.05$), diagnosis (4 vs. 3; $p < 0.05$), and total score (10 vs. 6; $p < 0.05$). Strong correlations were observed between interpretation and total scores ($\rho = 0.78$, $p < 0.01$) and between diagnosis and total scores ($\rho = 0.69$, $p < 0.01$). Internal consistency was moderate ($\alpha = 0.59$). Nine items demonstrated excellent discrimination ($D \geq 0.40$).

Conclusions: A brief, resident-led, checklist-guided intervention significantly enhanced CXR interpretation performance in senior medical students. This near-peer model provides a low-cost, feasible, and scalable approach to strengthen perceptual and analytical skills essential for critical care training. While interpretation improved markedly, diagnostic integration remained limited, suggesting the need for complementary strategies linking perceptual findings with clinical reasoning.

Keywords: chest radiography, critical care education, near-peer teaching, medical students, checklist-guided learning, interpretation skills.

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

La lectura de una radiografía de tórax es un proceso complejo que implica un amplio uso de funciones de asociación entre imágenes, sumado a esto tener conocimiento clínico de los hallazgos a qué patologías podrían corresponder. Si bien es un reto para personal formado, inclusive siendo propicios al error, ahora el personal en formación es mucho más propenso al error y a mayor dificultad a la hora de realizar aproximaciones a la interpretación, esto seguramente propiciado por la poca oportunidad de aprendizaje respecto a la radiología que se tiene en los programas de pregrado, donde especialmente se usan como método de correlación anatómica (1).

Hasta un 65% de las radiografías de los pacientes de UCI son anormales (2), siendo esencial una correcta lectura pues esta se utiliza para diagnóstico, control de evolución clínica y evaluación de respuesta terapéutica. La importancia es tan alta que la interpretación de la radiografía de tórax por el intensivista suele cambiar el manejo en 2 de cada 10 pacientes en promedio (3).

La probabilidad estimada de que un especialista en Radiología caiga en un error en la interpretación de una imagen de tórax está estimada en un 4% (4). Los errores en la lectura de la radiografía de Tórax serán secundarios a ausencia de cognición o limitación en la percepción. La ausencia de cognición es una fuente de error controlable en el actuar médico al implementar programas de formación adicionales en los programas de medicina y con varias oportunidades de intervención posterior, pues dependiendo de la pertinencia para cada especialidad médica también incluyen programas de formación adicionales. Sin embargo, el error de percepción se mitiga con tiempo de exposición, claramente los especialistas en Radiología incurren menos en este, pero otras especialidades que deben tener competencias en interpretación de imágenes diagnósticas el error de percepción puede llegar a tener una incidencia de hasta un 80% (4).

Sumado a la anterior, dentro de las limitaciones en la interpretación de la radiografía de Tórax especialmente en la UCI están: el tipo de proyección anteroposterior (AP), los estándares técnicos en las proyecciones, la variabilidad interobservador y el rendimiento diagnóstico intrínseco de la prueba.

Los paciente de UCI tienen movilidad limitada o reducida, ya sea por la alteración del estado de conciencia y respuesta al medio ya limitada por farmacoterapia o por el propio estado avanzado de la enfermedad, esto hace que la realización de proyecciones posteroanteriores (PA) que requieren que el paciente obedezca órdenes, tenga capacidad de mantener la bipedestación y la movilidad adecuada para movilizar las extremidades superiores para fijarse a un chasis por un periodo específico de tiempo (5), situación imposible para este tipo de pacientes. Secundario, la proyección AP es la única opción, teniendo como limitación que muchas veces genera magnificación de los órganos más anteriores como corazón- mediastino secundario a un cambio no óptimo de la distancia foco-objeto y placa-objeto (5), sumado muchas de las imágenes que se toman a los pacientes no cumplen con los criterios de calidad mínimos de centralización, penetración e inspiración debido a las características de los pacientes de UCI ya mencionado (6), esto afectando su aprovechamiento.

Respecto a la variabilidad interobservador en la UCI, un estudio realizado buscó comparar la concordancia entre especialistas con más de 5 años de experiencia en Radiología y Medicina Intensiva respectivamente contra el hallazgo patológico por necropsia encontrando que los especialistas en medicina intensiva tenían un coeficiente de correlación Kappa bajo respecto a definir el patrón radiológico y los cuadrantes comprometidos, aun mucho más bajo respecto en cuanto a diagnóstico definitivo cuando se comparó con el coeficiente de correlación Kappa (7). Esto dando a entender que esta habilidad en interpretación de imágenes diagnósticas pese a que es fundamental para los especialistas en Medicina Intensiva no es suficiente y hace que el error diagnóstico se presente y limitando el poder de interpretación. Una de las formas de disminuir la probabilidad de error es la aplicación de evaluaciones sistemáticas que simplifiquen el pensamiento humano (8).

Otra de las limitaciones propias de la radiografía de tórax en la UCI será el rendimiento intrínseco de la prueba para el diagnóstico puntual de patologías frecuentes como neumonía, SDRA, edema pulmonar y neumotórax. Puntualmente se ha encontrado para estas patologías una efectividad diagnóstica que varía desde el 57% al 89% (3). Ante la amplia variabilidad de la efectividad diagnóstica de la prueba para las patologías frecuentes en la UCI, la valoración sistemática que plantee o simplifique la resolución del problema a una variable dicotómica basado en entrenamiento e información de soporte clara podría optimizar el uso de este recurso en la UCI.

1.2 Justificación

Como se ha venido mencionando, la valoración sistemática con la implementación de un protocolo para la valoración y el registro de los hallazgos de la radiografía de tórax trae ventajas. Por esto, el uso de una herramienta de una valoración sistemática en un ambiente tan hostil y con tantos detalles, seguramente podrá beneficiar de manera inmensa al personal en formación, pues aumentará su confianza al enfrentarse a estas situaciones y limita el riesgo de error. Por lo tanto, se debe plantear un proceso a seguir con soporte e indicaciones escritas del paso a paso de que aspectos puntuales buscar en la imagen para hacer una búsqueda activa de las patologías de importancia en la UCI, esto con la finalidad de disminuir la probabilidad de error de percepción, así como el control de las limitaciones de interpretación propias de la UCI planteadas previamente (8,9).

2. Marco Teórico

La radiografía de tórax es una de las herramientas diagnósticas más usadas dado su fácil acceso y resultados aceptables. Pese a ser uno de los métodos diagnósticos más antiguos sigue teniendo gran vigencia.

Como tal, la producción de imágenes a partir de radiación, puntualmente de los rayos X nace de forma incidental un 8 de noviembre de 1895 (10) cuando el Dr. Wilhem Conrad Roentgen descubre de manera incidental que la mano de su esposa queda impregnada en una placa de platino-cianuro pese a que estaba cubierta con un cartón, así logrando la primera imagen de rayos X. Sin embargo, no fue hasta 1917 con la introducción del Tubo de Coolidge que se inició su uso de manera un poco más rutinaria en la práctica médica (11).

Poco a poco, su uso se extendió mucho más y posteriormente se hizo de más fácil acceso con la creación del intensificador de imágenes y la radiografía portátil aproximadamente en 1950 (11). Estos avances tecnológicos facilitaron implementar su utilización en los pacientes hospitalizados críticamente enfermos que presentaban una limitación para su traslado. A partir de lo anterior y dada la complejidad de sus patologías por mucho tiempo el Colegio Americano de Radiología (ACR -

American College of Radiology) sugería la realización de una radiografía de tórax como parte de la valoración diaria en los pacientes con patología cardiopulmonar aguda y/o ventilación mecánica invasiva (2).

Tener una formación en radiología es esencial para el personal que se desempeña en el área de Cuidados Intensivos porque hasta un 65% de las radiografías de tórax realizadas a pacientes en Unidad de Cuidado Intensivo (UCI) presentan alguna anormalidad (2), siendo muchas veces clave para realizar un diagnóstico o para evaluar la respuesta terapéutica. Desafortunadamente, dentro de la semiología de la radiología de Tórax puede haber muchas discrepancias en conceptos, así como superposición de estructuras con distintos coeficientes de atenuación generando muchas veces imágenes similares en la patología del tórax, esto sumado a la amplia variedad de etiologías desde vasculares, inflamatorias hasta infecciosas que pueden producir un mismo síndrome. Aunado al resto de limitar los artefactos y perfeccionar la técnica de la radiografía de tórax portátil, hacen de la interpretación de esta un verdadero reto en la UCI (12). Por lo anterior, plantear un protocolo que sistematice y simplifique el proceso de pensamiento podría mejorar la interpretación y evitar diferencias conceptuales que perjudiquen el correcto tratamiento del paciente.

La radiografía de tórax es una de las herramientas diagnósticas basadas en imágenes más usadas, pese a ser el invento novel en esta área en 1895 (10) y su uso en la práctica clínica rutinaria desde 1917 (11) ha perdurado y evolucionado a lo largo del tiempo. Tal ha sido el impacto de este descubrimiento que de manera rutinaria se usa la radiografía de tórax como parte de la valoración cotidiana de los pacientes críticamente enfermos en la UCI.

Un 65% de las radiografías de tórax realizadas a pacientes en UCI presentan alguna anormalidad (2). Su interpretación es esencial pues la correcta identificación puede llegar a cambiar hasta el 20% de las conductas en una UCI médica, inclusive en una UCI quirúrgica puede llegar a modificar conductas hasta un 26% (3). La utilidad de esta prueba está limitada por el tipo de proyección, los estándares técnicos en las proyecciones, la variabilidad interobservador y el rendimiento diagnóstico intrínseco de la prueba, previamente ya explicados. Por esto, se ha planteado como una opción para controlar todas estas variables que limitan la correcta interpretación de la radiografía de tórax, el uso de protocolos de valoración sistemática.

En la Medicina Basada en la Evidencia (MBE) se han planteado de qué formas es posible disminuir el error diagnóstico en la atención médica, frente a esto una revisión sistemática encontró que la aplicación de procesos de pensamiento basados en algoritmos activados es capaz de disminuir el tiempo de detección de patologías en ámbitos de hospitalización y servicio de urgencias (13), esto traduciéndose en menor probabilidad de que se omitan posibles diagnósticos importantes. Otra de las herramientas propuestas en MBE puntualmente la aplicación de “check-list” en los procesos de valoración, encontrando una disminución en la tasa de error hasta 0.39 desde 1.04 (8), a su vez aumentando la efectividad diagnóstica de 46 a 51% (8) con la implementación. La valoración sistemática en la radiografía de tórax busca generar una valoración ordenada y sistemática donde se evalúa cada órgano y/o cada espacio de una forma predeterminada, por ejemplo, calidad técnica, dispositivos de monitoreo, pared torácica, mediastino, hilios, pulmonares, vía aérea y pleura/diafragma (14), así logrando que no se omitan hallazgos patológicos y optimice la utilidad de la prueba. Puntualmente, los “check-list” en la radiografía de tórax y su aplicación en el proceso de lectura en población médica aún no titulada mejoró en un 10.1% la detección de alteraciones (1). Frente a esto, en un Hospital en Corea se plantearon la necesidad de generar un proceso de “check-list” basada las características de sus pacientes hospitalizados y generando un sistema de reporte obligatorio para las radiografías de tórax en su sistema de registro de la historia clínica, así estandarizando los hallazgos (9).

Al realizar una búsqueda de la literatura disponible no hay algún protocolo de valoración sistemática de radiografía de tórax en la UCI. Dentro de los múltiples protocolos de valoración sistemática se adaptó y se modificó el protocolo “ACBDEF” (15). Se plantea el protocolo ABCDEFE (ver en anexo 2) como acróstico de fácil recordación donde la A (Airway) representa la vía aérea, la B (Bones) representa la valoración de huesos y tejidos blandos, la C (Circulation) representa la valoración de las cavidades cardiacas y el mediastino, la D (Diaphragm), la E (Edges) representa valoración de ambas pleuras, la F (Field) representa la valoración de los campos pulmonares y la E (Extra) representa la valoración de dispositivos médicos y cuerpos extraños agregados.

Antes iniciar con el protocolo ABCDEFE, siempre se debe verificar la adecuada identificación de la imagen y que este estudio verdaderamente corresponda al paciente, posterior se debe confirmar que la imagen que se va a valorar sea de la fecha esperada a interpretar, pues en la UCI los pacientes pueden

tener múltiples imágenes diagnósticas (2). Posterior a esto, se debe verificar si la proyección a evaluar corresponde a una vista AP o PA, normalmente en la UCI se realizan proyecciones AP, estas se identifican por la intromisión de las escápulas en los campos pulmonares, acompañado de horizontalización de las clavículas quedando ubicadas sobre el ápice pulmonar (2,5). Seguido, es importante verificar que la imagen a valorar cumpla con los criterios de calidad estandarizados para la radiografía de tórax que son: centralización, penetración e inspiración (5). La centralización se evalúa trazando una línea desde cada cabeza clavicular hasta la línea media, dicha distancia debe ser equidistante, en caso de ser una distancia mayor a la otra se considera que la imagen está rotada hacia la derecha o izquierda respectivamente (5), esto genera distorsión de la imagen, especialmente limitando la valoración del mediastino y estructuras en línea media. La inspiración hace referencia a la adecuada expansión pulmonar que se necesita para una adecuada visualización de sus estructuras vasculares, árbol bronquial y características parenquimatosas normalmente radiolúcidas, para su valoración se deben contar los arcos costales anteriores o posterior, deben contabilizar 10 o 6 respectivamente para una adecuada inspiración (5). Una inspiración inadecuada puede llevar a afectar la radiolucidez normal generando interpretaciones erróneas. Finalmente, se ha de valorar la penetración, haciendo referencia a la intensidad de los rayos X y cómo estos modifican las opacidades normales de las estructuras del tórax, siendo lo ideal que se pueda visualizar y diferenciar correctamente el mediastino como las cavidades cardiacas, adicionalmente se deben poder observar las vértebras torácicas a través de la masa cardiaca (5), su alteración limitará la exposición de los tejidos y dificultando la identificación de hallazgos patológicos y/o normales.

La A (Airway) busca realizar una valoración de la vía aérea, teniendo como puntos importantes para la detección de patología si la ubicación de la tráquea está sobre la línea media como normalidad y seguido de esto buscar el punto de bifurcación de la tráquea esperando que se ubique entre las vértebras T4 a T6 (16). La tráquea suele estar centrada en la línea media, normalmente su desplazamiento hace referencia a patología mediastinal que genera ocupación de espacio con desplazamiento secundario, también se puede producir por efectos de tracción ipsilateral o contralateral de patologías pulmonares y finalmente una pequeña proporción pueden tener una desviación hacia la derecha producto de la deformación con la edad (16,17).

La B (Bones) busca hacer una inspección rápida pero detallada de las escápulas, clavícula, arcos costales, columna vertebral y posterior a los tejidos blandos del tórax y del cuello. Teniendo como finalidad la búsqueda de patologías tales como: fracturas costales, fracturas claviculares, fracturas esternales y enfisema subcutáneo que puede ser hallazgos secundarios de lesiones potencialmente fatales (18).

La C (Circulation) plantea la valoración de las estructuras mediastinales y de las cavidades cardíacas. La valoración se debería hacer de cefálico a caudal, por lo tanto inicialmente se deberán valorar las líneas mediastinales: línea de unión anterior, línea de unión posterior, bandas paratraqueales, líneas paraespinales, receso paraaórtico izquierdo, interfaz ácigo- esofágico y la ventana aortopulmonar (17). Se tiene como punto de referencia para las líneas 1-2 mm y para las bandas 2-5 mm, normalmente el engrosamiento hace referencia a ocupación de dichos espacios (17). La ventana aortopulmonar es la más importante pues hace referencia al espacio formado por el arco aórtico y la arteria pulmonar izquierda, usualmente la ocupación u obliteración de este espacio hace referencia a presencia de linfadenopatías, hipertensión pulmonar o aneurisma aórtico (17,18). Posterior la medición del mediastino es imprescindible para valorar el riesgo de progresión a patologías como dilatación de grandes vasos, linfadenomegalias, masas pleurales y/o masas mediastinales, frente a estas existe la medición del mediastino completo teniendo como punto de corte de 9 cm para optimizar su sensibilidad hasta un 77%, posterior la siguiente medición a realizar sería la del mediastino izquierdo siendo está mucho más sensible y específica que la anterior con punto de corte entre 4,5-5 cm (17). Posterior se debe valorar el tamaño del hilio, dentro de las valoraciones más fáciles, pero más subjetivas está el trazado de la línea h teniendo en cuenta que cuando sobrepasa este trazado puede corresponder a un signo de hipertensión pulmonar inespecífico (5). Hay maneras sencillas y objetivas de medición del hilio, por ejemplo haciendo referencia a hipertensión pulmonar un diámetro hiliar mayor o igual a 112 mm tiene una sensibilidad del 82% y se puede combinar con el índice hilio-torácico que se calcula dividiendo el diámetro hiliar comparado con el diámetro torácico teniendo un punto de corte del índice mayor o igual a 0,44 con una sensibilidad del 86% (19), adicionalmente la medición del hilio enfocado a edema pulmonar se ha identificado en pacientes de UCI que un punto de corte al realizar la medición de mayor o igual a 70 mm se correlaciona con una presión de oclusión de la arteria pulmonar mayor o igual a 18 mmHg con un área bajo la curva de 0.72 (20). Continuando

con valoración céfalo-caudal del mediastino, lo siguiente a valorar serán las cavidades cardíacas, el índice cardio-torácico es una de las herramientas ampliamente utilizadas para la valoración del tamaño de las cavidades cardíacas recalando su gran sensibilidad por su baja especificidad, sin embargo en contexto de las proyecciones AP que se realizan en UCI disminuye mucho su sensibilidad por la magnificación de la imagen (2,5) y definir un punto de corte mayor o igual a 0,6 para aumentar su sensibilidad, finalmente la valoración de las cavidades derechas haciendo la medición con un punto de corte mayor a 44 mm tendrá una mayor sensibilidad y especialmente teniendo utilidad como signo indirecto de hipertensión pulmonar precapilar (19).

La D (Diaphragm) tiene como finalidad enfocar la atención en los bordes diafragmáticos evaluando tanto el derecho como el izquierdo, teniendo en cuenta que los bordes deben ser lisos, no pérdida de continuidad y regulares, adicionalmente se debe tener en cuenta que debe tener forma de cúpula. Normalmente la posición del hemidiafragma derecho puede estar hasta 3cm por encima del otro (16). Por lo tanto, al modificarse esta relación por aumento de la altura puede ser sugestivo de hernias diafragmáticas o parálisis diafragmática, por otro lado, el aplanamiento y pérdida de la relación esta relación como signo de atrapamiento aéreo y de enfermedad obstructiva pulmonar (21).

La E (edges), traducción de bordes tiene como finalidad revisar los bordes de los pulmones, es decir la pleura. El propósito es realizar una valoración de todo el reborde pleural en ambos campos pulmonares en busca de engrosamiento, calcificaciones, masas y por último, pero no menos importante los ángulos costofrénicos. Frente al engrosamiento pleural y calcificaciones son valorables por radiografía de tórax y principalmente se da por patología crónica exposicional, sin embargo, no olvidar que la aparición reciente puede tener relación con patología infecciosa de la pleura como empiema y también hemotórax (18). En caso de sospecha de masas pleurales, la radiografía de tórax no es una opción diagnóstica y siempre se deberá preferir la tomografía de tórax para su adecuada caracterización (18). Frente al mayor provecho de la radiografía de tórax en UCI es la valoración de derrame pleural clásicamente encontrándose con borramiento del ángulo costodiafragmático, sin embargo, la posición en supino solo identificara este con volúmenes mayores a 200 ml (18), por esto no siempre aparece este signo y hay que fijarse también en el aumento de la visibilidad de las cisuras pulmonares como signos tempranos secundarios acompañado de elevación diafragmática y tracción contralateral del mediastino. Finalmente, otra de las grandes utilidades es la valoración e identificación

del neumotórax que en la proyección PA tiene una sensibilidad del 92% pero en contexto de unidad de cuidado intensivo por la técnica en supino y proyección AP baja la sensibilidad hasta un 52% (2,22), por lo tanto, los signos clásicos como la mejor diferenciación de la línea pleural o la línea doble pleural acompañado de la radiolucidez marcada de un hemitórax podrían no presentarse o hacerlos de manera tardía, debido a esto, es mandatorio hacer una búsqueda activa del signo del sulco, signo del doble diafragma y aparición de la cisura menor para lograr la identificación en pacientes críticamente enfermos (2,21).

La F (Fields), traducción de campos pulmonares tiene como finalidad que se dividan los campos pulmonares en cuatro cuadrantes para su estudio comparativo. Se debe buscar si hay infiltrados de ocupación de vía aérea y/o infiltrados intersticiales. Adicionalmente, es importante siempre notar el patrón de opacificación que se presenta, pudiendo ser periféricos, centrales, aislado o tendencia a confluir pues en la combinación y/o diferenciación de estos patrones ayudan a realizar la diferenciación entre patologías tales como edema pulmonar, SDRA, neumonía, atelectasia e incluso tromboembolismo pulmonar (2). Es importante enfatizar en la división de los cuatro cuadrantes pues estudios múltiples basan la clasificación y severidad de su patología de esta manera, puntualmente se realizó un estudio en pacientes críticamente enfermos y el simple hecho de puntuar la presencia de opacidades por cuadrantes tuvo un impacto en seguimiento para mortalidad intrahospitalaria del 10%, mortalidad a 60 días del 12%, aumento de la estancia en UCI y duración de la ventilación mecánica (23), todos estos desenlaces clínicos con significancia estadística.

La última letra del protocolo es otra E (Extra), tiene como objetivo realizar una búsqueda activa final por si hay presencia de cuerpo extraños pero principalmente de dispositivos médicos tales como: tubo endotraqueal, accesos venosos centrales de inserción central como periférica, catéter de arteria pulmonar, marcapasos, electrodos cardiacos, tubos mediastinales y de tórax, sondas enterales, catéteres tunelizados, cánulas de terapias de soporte extracorpóreo y balones de contrapulsación aórtica (16,24). Es importante ir más allá de reconocerlos, se debe valorar de manera muy precisa su correcta posición según las recomendaciones de la literatura. El análisis conjunto de la presencia y correcta posición es esencial para el ajuste de la terapia en UCI.

Una vez completado el protocolo de valoración ABCDEFE, se espera que se hayan identificado aquellas anormalidades presentes en la radiografía de tórax minimizando la posibilidad de error y de omisión. Es importante precisar que cada categoría brinda las herramientas para juntar la mayor cantidad de anormalidad y posterior realizar el pensamiento crítico individualizado en cada médico para brindar un diagnóstico específico que tenga un impacto en el desenlace de los pacientes críticamente enfermos.

En conclusión, se espera poder impactar de manera positiva facilitando la interpretación de la radiografía de tórax en la UCI con un protocolo de valoración sistemática basado en el algoritmo de respuesta activada de pensamiento, sin embargo, sería interesante poder evaluar el impacto real del desempeño propio de su aplicación para poder ampliar su uso.

3. Pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto de una intervención educativa basada en una lista de verificación sistemática de radiografía de tórax sobre el desempeño en la interpretación y diagnóstico de radiografías de tórax en estudiantes de medicina de último año de la Universidad de los Andes realizando rotación en la Fundación Santa Fe de Bogotá entre febrero y julio de 2024?

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de una intervención educativa dirigida por residentes, basada en el uso de una lista de verificación sistemática, sobre el desempeño en la interpretación y el diagnóstico de radiografías de tórax en estudiantes de último año de medicina.

4.2 Objetivos específicos

1. Comparar el desempeño en la interpretación radiográfica entre estudiantes que utilizan una lista de verificación sistemática y aquellos que reciben enseñanza convencional.
2. Comparar la precisión diagnóstica entre ambos grupos.

3. Evaluar la relación entre habilidades de interpretación radiográfica y desempeño diagnóstico.
4. Evaluar la concordancia diagnóstica entre los estudiantes y el referente experto (radiólogo).

5. Formulación de hipótesis

La implementación de una intervención basada en el uso de una lista de verificación sistemática para la lectura de radiografías de tórax, mejora significativamente las habilidades de interpretación y diagnóstico radiográfico en estudiantes de último año de medicina, en comparación con la enseñanza convencional basada únicamente en clase magistral.

6. Metodología

6.1 Tipo y diseño de estudio

Se plantea un estudio experimental, aleatorizado y de carácter educativo para evaluar la correlación y curva de aprendizaje de personal en formación novato en radiología de la Fundación Santa Fe de Bogotá para realizar una interpretación de una radiografía de tórax en cuidado intensivo con una herramienta de valoración sistemática en el periodo comprendido entre enero de 2024 y junio de 2024, previa autorización del Comité Ético del Hospital Fundación Santa Fe de Bogotá.

El estudio se realizará en la Unidad de Cuidado Intensivo previa enseñanza (Tiempo 1 [T1]) mediante charla teórica, imágenes y prueba piloto por uno de los expertos evaluadores. La tutoría y entrenamiento comprende la identificación de estructuras anatómicas, medidas de normalidad y correlación patológica de enfermedades prevalentes en Cuidado Intensivo (Fig. 1). Este entrenamiento tendrá una duración aproximada de 2 horas. Una vez entrenados, se aleatorizarán en dos grupos (T2). El grupo experimental recibirá una capacitación adicional para aprender a usar la herramienta de valoración sistemática. Ambos grupos de estudiantes responderán un cuestionario, hecho con la herramienta de Google Forms, el cual consiste en imágenes de radiografía de tórax de pacientes de Cuidado Intensivo. El cuestionario de evaluación estará conformado por 20 imágenes radiográficas (mediciones) divididas entre estudios normales, con una anomalía y con múltiples anomalías,

los cuales deben ser interpretados de forma libre (elaboración de un texto descriptivo/interpretativo de cada radiografía de tórax y una impresión diagnóstica) por parte de los estudiantes. Se estima que la duración del cuestionario será de 5 horas y será realizado de forma virtual en un aula de la Universidad de los Andes. Los estudiantes del grupo control responderán el mismo cuestionario sin tener acceso a la herramienta de valoración sistémica. La recolección de los datos se realizará en un formato de Excel y las imágenes de cada estudio se guardarán en medio electrónico en carpetas por cada personal en formación codificadas. Posteriormente se evaluará la completitud de las respuestas frente a la máxima calificación posible (22 preguntas equivalentes a 22 puntos; Anexo 2). Igualmente, las impresiones diagnósticas serán comparadas con la lectura realizada por el radiólogo (T3). La impresión diagnóstica se dividirá en tres categorías: normal, una anomalía y más de una anomalía. Estas categorías harán parte de la evaluación de concordancia frente al radiólogo.

Desenlace primario

Desempeño en la interpretación radiográfica, medido mediante el puntaje obtenido en el cuestionario de interpretación.

Desenlace secundario

- Desempeño diagnóstico basado en el puntaje obtenido en el componente diagnóstico del cuestionario.
- Desempeño global medido mediante el puntaje total.
- Correlación entre habilidades de interpretación y desempeño diagnóstico.
- Concordancia diagnóstica entre estudiantes y referente experto.

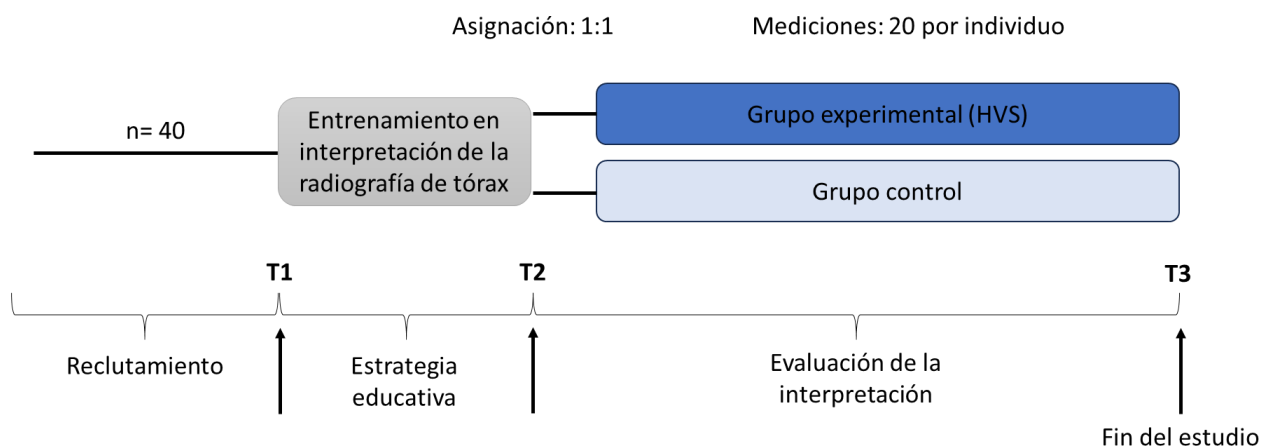


Figura 1. Diagrama del diseño del estudio. HSV: Herramienta de valoración sistémica.

6.2 Población y muestra

Se realizará una elección por oportunidad de 40 médicos internos de la Universidad de los Andes que se encuentren rotando en la Fundación Santa Fe de Bogotá que no tengan formación formal y/o informal adicional a la dada por sus curriculum de pregrado

6.3 Criterios de inclusión y exclusión

6.3.1 Criterios de inclusión:

- Médicos internos de la Fundación Santa Fe de Bogotá.
- Haber asistido a la explicación teórica de valoración sistemática de radiografía de tórax.
- Haber dado el consentimiento informado.

6.3.2 Criterios de exclusión:

- Personal que tuviera experiencia y/o formación previa avanzada en radiología.

6.4 Tamaño de muestra

Debido a que este estudio corresponde a una intervención educativa exploratoria, no se realizó un cálculo prospectivo de tamaño de muestra. El número de participantes se determinó por conveniencia,

incluyendo la totalidad de estudiantes disponibles durante el periodo académico, Sin embargo, tomando en cuenta el estudio de E. Kok (1), se buscará tener al menos 40 sujetos.

Con el fin de evaluar la suficiencia del tamaño muestral, se realizó un análisis post hoc de potencia estadística basado en las diferencias observadas en el puntaje total entre los grupos control y experimental.

6.5 Muestreo

Se realizará una aleatorización simple entre los 40 sujetos, buscando formar dos grupos de 20 sujetos. Una vez un grupo cuente con el número establecido, los sujetos restantes se asignan al grupo faltante.

6.6 Definición y operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Tipo de variable	Definición
Intervención educativa	Estrategia pedagógica basada en el uso de lista de verificación sistemática para lectura de radiografía de tórax dirigida por residentes. Participación del estudiante en sesión educativa estructurada con	Independiente Cualitativa Categoría Dicotómica	Intervención/Control)

	checklist para interpretación radiográfica		
Habilidades de interpretación radiográfica	Capacidad para identificar sistemáticamente hallazgos anatómicos y patológicos en radiografía de tórax. Puntaje obtenido en los ítems del cuestionario relacionados con evaluación sistemática de estructuras radiográficas (campos pulmonares, silueta cardiaca, mediastino, pleura, diafragma, dispositivos médicos, entre otros)	Cuantitativa discreta	Puntaje total de interpretación.

Desempeño diagnóstico del estudiante	Capacidad del estudiante para establecer diagnóstico basado en hallazgos radiográficos. Capacidad del estudiante para establecer diagnóstico basado en hallazgos radiográficos	Cuantitativa discreta	Puntaje total de diagnóstico.
Diagnóstico considerado estándar para cada radiografía evaluada	Diagnóstico emitido por especialista en radiología previamente establecido como referencia para comparación	Categoría Nominal	Descripción.

Concordancia diagnóstica	Grado de acuerdo entre diagnóstico del estudiante y diagnóstico del radiólogo	Categoría dicotómica	(Correcto/Incorrecto)
Desempeño global	Rendimiento total del estudiante en la evaluación radiográfica Puntaje total obtenido sumando componentes de interpretación y diagnóstico	Cuantitativa discreta	Puntaje total.

Componentes del instrumento de evaluación radiográfica:

Dimensión 1. Interpretación radiográfica sistemática: Incluyó evaluación de calidad técnica de la radiografía, evaluación de campos pulmonares, evaluación de silueta cardiaca, evaluación mediastinal, evaluación pleural, evaluación diafragmática, identificación de dispositivos médicos e identificación de hallazgos patológicos específicos.

Dimensión 2. Desempeño diagnóstico. Incluyó la formulación de diagnóstico principal basado en hallazgos radiográficos.

6.7 Técnicas, procedimientos e instrumentos de la recolección de datos

La fuente de datos es primaria. Las medidas se obtendrán del paciente por los investigadores principales y los datos serán transcritos por asistentes de investigación que tenga el curso de buenas prácticas clínicas serán subidos a la plataforma de RedCap.

Instrumento de recolección de la información:

El instrumento de evaluación fue diseñado para medir dos dimensiones principales: habilidades de interpretación radiográfica sistemática y desempeño diagnóstico. El diagnóstico emitido por los estudiantes fue comparado con el diagnóstico de referencia establecido por un radiólogo experto, utilizado como estándar para evaluar concordancia diagnóstica.

El instrumento de recolección de la información de los participantes se encuentra en el anexo 4.

6.8 Plan análisis de datos

Los datos recolectados durante el desarrollo del estudio fueron inicialmente registrados y organizados en una base de datos en Microsoft Excel, posterior a lo cual se realizó el procesamiento y análisis estadístico utilizando el software R versión 4.1.2. Previo al análisis inferencial, se efectuó una revisión de calidad de los datos con el fin de identificar posibles inconsistencias, valores faltantes o errores de digitación.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables incluidas en el estudio. Las variables cualitativas fueron resumidas mediante frecuencias absolutas y relativas, mientras que las variables cuantitativas fueron evaluadas inicialmente para determinar su distribución. Dado que las variables principales del estudio no cumplieron con supuestos de normalidad, estas se describieron mediante medianas e intervalos intercuartílicos, permitiendo una representación adecuada de la tendencia central y dispersión de los datos.

Para evaluar el efecto de la intervención educativa sobre el desempeño en la interpretación radiográfica y el desempeño diagnóstico, se realizaron comparaciones entre el grupo intervención y el grupo control. Debido a la naturaleza no paramétrica de los datos, se empleó la prueba de Mann-Whitney U para comparar los puntajes obtenidos en las diferentes dimensiones evaluadas, incluyendo habilidades de interpretación radiográfica, desempeño diagnóstico y puntaje total del instrumento. Estas comparaciones permitieron establecer diferencias en el rendimiento entre los grupos participantes.

Con el propósito de explorar la relación entre las diferentes dimensiones evaluadas por el instrumento, se realizó un análisis de correlación utilizando el coeficiente de Spearman. Este análisis permitió

evaluar la asociación entre las habilidades de interpretación radiográfica, el desempeño diagnóstico y el puntaje global obtenido por los participantes, proporcionando información sobre la relación funcional entre estas competencias.

La concordancia diagnóstica fue evaluada mediante la comparación entre los diagnósticos emitidos por los estudiantes y el diagnóstico de referencia establecido previamente por un especialista en radiología, considerado como estándar de referencia para el estudio. Esta comparación permitió determinar la proporción de coincidencias diagnósticas entre los participantes y el referente experto, facilitando la valoración del desempeño diagnóstico de los estudiantes.

Adicionalmente, con el fin de evaluar las propiedades psicométricas del instrumento utilizado, se analizó la consistencia interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach, permitiendo estimar la confiabilidad del cuestionario en la medición de las dimensiones evaluadas. De manera complementaria, se realizó un análisis del índice de discriminación de los ítems, con el objetivo de determinar la capacidad de cada pregunta para diferenciar entre participantes con distintos niveles de desempeño.

Para todos los análisis inferenciales se estableció un nivel de significancia estadística de p menor a 0.05. Los resultados obtenidos fueron presentados mediante tablas y medidas de resumen que permitieran una interpretación clara y adecuada de los hallazgos del estudio.

6.9 Alcances y límites de la investigación

Los resultados de este estudio serán publicados en revistas de cuidado intensivo clasificados como Q2 o Q3 en Scimago y en congresos nacionales y/o internacionales de cuidado intensivo.

Se espera lograr impacto en la salud de la población proporcionando al personal en formación y futuros médicos una adecuada información a partir de los resultados para optimizar y objetivar la valoración sistemática de la radiografía de tórax en Cuidado Intensivo; además de brindar las bases para continuar implementando esta herramienta en la unidad extendiendo a futuro su aplicación.

7. Aspectos éticos

Este estudio experimental se realizará de acuerdo con los principios éticos internacionales, en consonancia con la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, en la 29 Asamblea General, Tokio, octubre de 1975 y reformas posteriores, así como las normas sobre Bioética en Investigación para el territorio colombiano (Resolución No. 8430 de 1993, emitida por el Ministerio de Salud y conocido como el “Código de Bioética en Investigación”).

De acuerdo con la Resolución Colombiana de 8430 de 1993, este estudio se considera una investigación “sin riesgo” dado que este estudio no interviene ni modifica intencionalmente las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio. La intervención de este estudio es de carácter educativo, por lo que no se puede categorizar en investigación con riesgo mínimo ni como investigación con riesgo mayor que el mínimo (asignación aleatoria a esquemas terapéuticos). A pesar de considerarse como una investigación sin riesgo, se tomará el consentimiento informado de carácter oral de los participantes, dado que el estudio realizará intervenciones por un periodo de tiempo prolongado y se manejará información sensible de los participantes.

Por otro lado, los datos personales de los participantes del estudio estarán protegidos bajo las cláusulas de confidencialidad y tratamiento de datos personales de acuerdo con la resolución 1581 de 2012 de la ley colombiana. Todos los datos del estudio serán incorporados a una base de datos tras ser debidamente anonimizados. El objetivo de esta será garantizar la confidencialidad de los datos incluidos mediante registros codificados, así como permitir un volcado de los mismos al software de análisis estadístico para su posterior estudio. El proyecto será valorado por el Comité Ético del Hospital Fundación Santa Fe de Bogotá. Los resultados se publicarán en revistas académicas y científicas, preservando su precisión y haciendo referencia a datos globales y no a individuos particulares.

Al requerirse consentimiento informado por parte de los participantes, los investigadores clínicos se encargarán del proceso de explicación y obtención del consentimiento informado posteriormente a la comprobación de los criterios de inclusión y exclusión de los potenciales participantes del estudio. Se explicará también que la participación será voluntaria y sin ningún perjuicio para su proceso educativo en caso de no participar o retirar su consentimiento en cualquier momento del estudio.

Teniendo en cuenta la población y las características del estudio solicitamos al Comité de Ética que se exima al estudio de la solicitud de un consentimiento informado escrito. Es su lugar explicaremos y solicitaremos un consentimiento informado oral y su obtención se registrara en un formato de seguimiento de consentimientos informados obtenidos.

Principios de bioética

Beneficencia: El principio de beneficencia se aplica en este estudio al maximizar los potenciales beneficios a los participantes, dado que ambos brazos recibirán una charla introductoria de radiología. Así mismo, los estudios experimentales aleatorizados son el tipo de estudio primario con mayor rigor científico que genera el mayor conocimiento aplicable al mejoramiento de los tratamientos y terapias utilizadas actualmente, y en el caso del presente estudio, el mejoramiento de las estrategias educativas. Al terminar el estudio, si la estrategia educativa demuestra ser superior a la estrategia tradicional, la primera se impartirá a todos aquellos participantes de la estrategia tradicional que no alcanzaron una concordancia interobservador frente al experto clínico del 80%.

No maleficencia: El estudio no representa ningún peligro o daño a los participantes, dado que es una intervención educativa. Los participantes estarán supervisados y las radiografías interpretadas y utilizadas para este estudio estarán anonimizadas por lo que tampoco se violara la confidencialidad de los pacientes.

Justicia: El principio de justicia se garantizará de dos formas:

Habrà una selección equitativa de los participantes, es decir, no se discriminará ningún grupo. Se seleccionarán a los participantes de forma consistente conforme a los criterios de inclusión y exclusión previamente descritos, los cuales tienen bases científicas y educativas.

El estudio tendrá una distribución equitativa de los beneficios. Los potenciales beneficios serán asignados de forma justa entre los participantes, lo que significa que el acceso a la intervención educativa no será injustamente limitado y que los costos y riesgos de la investigación no recaerán desproporcionadamente sobre una población específica.

Autonomía: El principio de autonomía es asegurado en este estudio mediante el proceso del consentimiento informado voluntario oral por parte de los participantes. Los potenciales participantes

serán informados completamente con respecto al propósito, los objetivos, la intervención, la duración, los beneficios, las alternativas, las medidas de confidencialidad y la información de contacto del estudio. Ellos, en su autonomía, tienen el derecho a aceptar o declinar su participación en el estudio sin ser coaccionados.

7.1 Equipo de investigación

Dr. Andrés Felipe Yepes

Médico especialista en cuidado intensivo, master en ventilación mecánica de la universidad de Valencia y aspirante a magister en educación para profesionales de la salud, actualmente coordinador académico del programa de medicina crítica y cuidado intensivo de la universidad del rosario. Cuenta con algunos estudios publicadas en revistas médicas de alto impacto como Plos One, The ultrasound journal, BMC respiratory research y Acta colombiana de cuidado intensivo. Así mismo revisor de diversas tesis de grado del programa de medicina crítica y cuidado intensivo de la universidad del rosario y profesor del área de ultrasonido en cuidado intensivo y ventilación mecánica.

Dr. Jorge Mario Hernández Aranda

Médico residente del programa de cuidados intensivos de la Universidad del Rosario y residente institucional de la Fundación Santa Fe de Bogotá.

Dr. Andrés Camilo Solano Rivera

Médico residente del programa de cuidados intensivos de la Universidad del Rosario y residente institucional de la Fundación Santa Fe de Bogotá.

Dr. Jorge Carrizosa

Intensivista, epidemiólogo, especialista en ultrasonido neurovascular, Coordinador de la sección de cuidado neurocrítico de la Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo AMCI, director cuidado intensivo neurológico y Miembro del Departamento de Medicina Crítica y Cuidados intensivos, Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá.

7.2 Categoría de la investigación

Según resolución No 008430 de 1993 es una investigación sin riesgo. El estudio se basa en una intervención educativa (enseñanza dirigida por residentes con lista de verificación para lectura de radiografías), que no modifica condiciones fisiológicas, biológicas ni psicológicas de los participantes. Solo involucra recolección de información académica (resultados de cuestionarios de interpretación radiográfica), sin ningún procedimiento invasivo ni exposición a datos clínicos personales.

7.3 Población sujeta de investigación

La población objeto de estudio está conformada por estudiantes de medicina en su último año (clínica) de la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. La investigación se realizó en el contexto de actividades docentes presenciales programadas, entre septiembre de 2024 y abril de 2025. Los participantes son adultos en formación médica con exposición clínica supervisada propia del internado rotatorio, sin procedimientos invasivos relacionados con el estudio.

Los participantes realizan su formación clínica en un entorno universitario y hospitalario de alta complejidad; por tanto, su perfil incluye exposición clínica supervisada que varía entre estudiantes (posible fuente de variabilidad). No se documentaron otras covariables basales (p. ej., rotaciones recientes, horas de estudio previas, calificaciones en materias relacionadas), lo que puede constituir un factor de confusión residual.

Al tratarse de estudiantes adultos y sanos, la población no es vulnerable según definiciones reglamentarias aplicables a investigación educativa.

8. Resultados

Se incluyó un total de 50 estudiantes de último año de medicina de la Universidad de los Andes que realizaban su rotación clínica en la Fundación Santa Fe de Bogotá durante el periodo comprendido entre septiembre de 2024 y abril de 2025. Todos los participantes completaron las actividades del estudio y el cuestionario final, por lo que no se registraron pérdidas de seguimiento ni exclusiones posteriores a la asignación.

Los estudiantes fueron asignados aleatoriamente en dos grupos:

- Grupo control (n = 25): recibió únicamente la clase magistral de dos horas sobre interpretación de radiografías de tórax.
- Grupo experimental (n = 25): recibió la clase magistral y una sesión adicional de entrenamiento con lista de verificación sistemática.

No se identificaron diferencias demográficas relevantes entre los grupos en cuanto a edad o género.

Análisis de distribución:

Las puntuaciones obtenidas en las dimensiones de interpretación, diagnóstico y puntaje total no siguieron una distribución normal, según la prueba de Shapiro–Wilk ($p < 0.05$ para las tres variables). En consecuencia, los resultados se describieron mediante medianas e intervalos intercuartílicos (IQR), y las comparaciones entre grupos se realizaron utilizando la prueba U de Mann–Whitney.

Comparación entre grupos:

La Tabla 1 presenta las medianas e intervalos intercuartílicos de los puntajes obtenidos por cada grupo. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en las tres dimensiones evaluadas ($p < 0.05$ en todos los casos).

Variable	Grupo Control	Grupo Experimental
Interpretación	3 (IQR 3–4)	6 (IQR 6–7)
Diagnóstico	3 (IQR 2–4)	4 (IQR 3–6)
Puntaje total	6 (IQR 5–7.25)	10 (IQR 8.25–12.75)

Tabla 1. Medianas e intervalos intercuartílicos de las puntuaciones por grupo

La Figura 2 muestra gráficamente las medianas de los puntajes en interpretación, diagnóstico y puntaje total para ambos grupos.

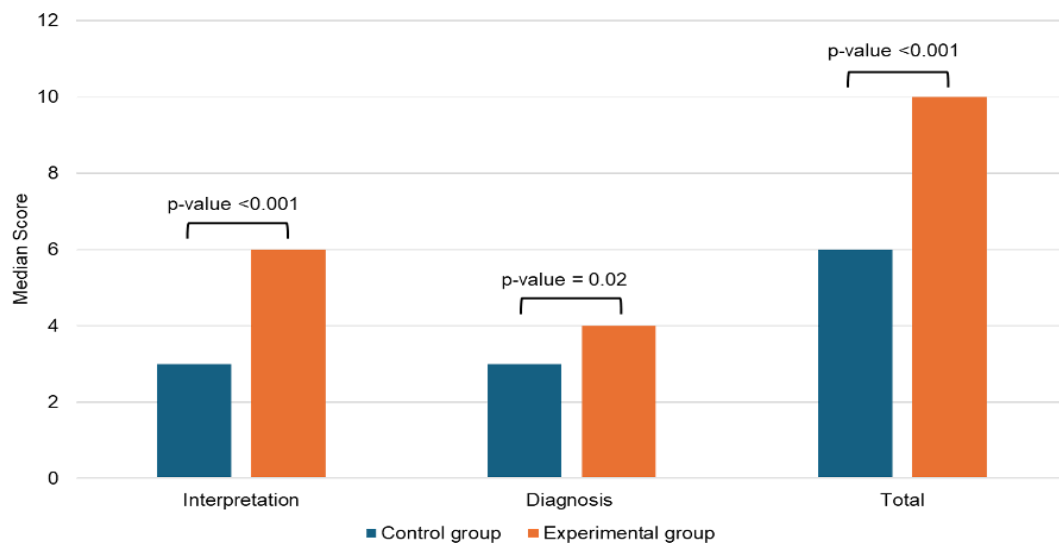


Figura 2. Medianas de los puntajes de interpretación, diagnóstico y total

Análisis de correlación:

Se realizó un análisis de correlación de Spearman (ρ) para evaluar la asociación entre los puntajes de interpretación, diagnóstico y puntaje total.

En el análisis global ($n = 50$), se observaron las siguientes correlaciones:

- Interpretación y puntaje total: $\rho = 0.784$ ($p < 0.01$)
- Diagnóstico y puntaje total: $\rho = 0.686$ ($p < 0.01$)
- Interpretación y diagnóstico: $\rho = 0.121$ ($p = 0.40$)

En el análisis estratificado por grupo:

Grupo control ($n = 25$):

- Interpretación y diagnóstico: $\rho = -0.352$ ($p = 0.09$)
- Interpretación y puntaje total: $\rho = 0.637$ ($p = 0.001$)
- Diagnóstico y puntaje total: $\rho = 0.432$ ($p = 0.04$)

Grupo experimental ($n = 25$):

- Interpretación y diagnóstico: $\rho = 0.043$ ($p = 0.83$)
- Interpretación y puntaje total: $\rho = 0.566$ ($p = 0.003$)
- Diagnóstico y puntaje total: $\rho = 0.838$ ($p < 0.01$)

Los resultados completos se presentan en la Tabla 2.

A)	Interpretación	Diagnostico	Total
	Rho (p-value)	Rho (p-value)	Rho (p-value)
Interpretación	1		
Diagnostico	0.121 (0.40)	1	
Total	0.784 (<0.01)	0.686 (<0.01)	1
B)	Interpretación	Diagnostico	Total
	Rho (p-value)	Rho (p-value)	Rho (p-value)
Interpretación	1		
Diagnostico	-0.352 (0.09)	1	
Total	0.637 (0.001)	0.432 (0.04)	1
C)	Interpretación	Diagnostico	Total
	Rho (p-value)	Rho (p-value)	Rho (p-value)
Interpretación	1		
Diagnosis	0.043 (0.83)	1	
Total	0.566 (0.003)	0.838 (<0.01)	1

Tabla 2. Análisis de correlación de Spearman

Propiedades psicométricas del instrumento:

El instrumento de evaluación presentó una consistencia interna moderada, con un coeficiente alfa de Cronbach de 0.592.

El análisis del índice de discriminación de los ítems mostró:

- Nueve ítems con excelente capacidad discriminativa ($D \geq 0.40$)
- Cuatro ítems con discriminación marginal ($D = 0.20-0.29$)
- Tres ítems con baja capacidad discriminativa ($D < 0.20$)

Análisis post hoc de potencia estadística:

El tamaño muestral fue inicialmente determinado por conveniencia debido al carácter exploratorio del estudio. Posteriormente, se realizó un análisis post hoc de potencia estadística utilizando las diferencias observadas en el puntaje total entre los grupos.

Se estimó un tamaño del efecto grande (Cohen $d = 1.52$). Considerando un nivel de significancia bilateral de 0.05 y 25 participantes por grupo, la potencia estadística aproximada fue del 99%.

9. Discusión

Hallazgo principal:

El presente estudio experimental aleatorizado mostró que una intervención educativa dirigida por residentes y basada en una lista de verificación sistemática se asoció con un mejor desempeño en la interpretación de radiografías de tórax en estudiantes de último año de medicina. Las diferencias observadas entre el grupo intervención y el grupo control fueron estadísticamente significativas en las tres dimensiones evaluadas (interpretación, diagnóstico y puntaje total), con un tamaño del efecto grande para el desenlace global (Cohen $d = 1.52$).

La magnitud del efecto observada sugiere que la intervención no solo alcanzó significancia estadística, sino que tuvo relevancia práctica desde el punto de vista educativo. La diferencia de cuatro puntos en la mediana del puntaje total (10 vs. 6) representa una mejora sustancial en el desempeño medido por el instrumento aplicado. Dado que las variables no siguieron una distribución normal y se utilizaron pruebas

no paramétricas, la consistencia de los hallazgos refuerza la robustez del efecto observado.

Interpretación del efecto sobre la dimensión perceptual:

El mayor impacto de la intervención se observó en la dimensión de interpretación radiográfica. Esta diferencia podría explicarse por la naturaleza del checklist como herramienta estructuradora del proceso perceptivo. La lectura radiográfica implica una exploración visual compleja, susceptible a errores de omisión y sesgos atencionales. La introducción de una secuencia explícita de pasos probablemente favoreció una inspección más sistemática de las estructuras anatómicas y redujo la probabilidad de pasar por alto hallazgos relevantes.

El hallazgo es coherente con la literatura previa sobre listas de verificación en procesos diagnósticos, donde se ha demostrado que la activación de esquemas estructurados puede disminuir la tasa de error perceptual. En este contexto, la mejora observada en la dimensión de interpretación puede entenderse como un fortalecimiento del componente analítico inicial del razonamiento clínico.

Relación entre interpretación y diagnóstico: constructos parcialmente independientes:

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio fue la correlación débil y no significativa entre los puntajes de interpretación y diagnóstico ($\rho = 0.121$; $p = 0.40$) en el análisis global. Este resultado sugiere que ambas dimensiones, aunque relacionadas conceptualmente, representan procesos cognitivos parcialmente independientes.

Desde una perspectiva epidemiológica y educativa, este hallazgo es relevante. La identificación correcta de hallazgos radiográficos no garantiza necesariamente una integración diagnóstica adecuada. El razonamiento clínico implica procesos adicionales de síntesis, contextualización y jerarquización de información, que pueden no modificarse en la misma proporción que la capacidad perceptiva.

El análisis estratificado mostró que en el grupo experimental la correlación entre diagnóstico y puntaje total fue particularmente alta ($\rho = 0.838$; $p < 0.01$), mientras que en el grupo control la correlación entre interpretación y diagnóstico fue negativa y no significativa ($\rho = -0.352$). Aunque estas correlaciones deben interpretarse con cautela por el tamaño muestral, sugieren que la estructuración del proceso perceptivo podría contribuir a una mayor coherencia interna del desempeño global, sin necesariamente traducirse en

una asociación directa entre observar y diagnosticar.

Estos resultados respaldan la hipótesis de que las intervenciones orientadas exclusivamente a la sistematización visual pueden requerir complementarse con estrategias específicas dirigidas al fortalecimiento del razonamiento clínico.

Consideraciones sobre el tamaño muestral y la potencia estadística:

El estudio fue concebido como una intervención educativa exploratoria y el tamaño muestral inicial se determinó por conveniencia. No obstante, el análisis post hoc de potencia estadística, basado en las diferencias observadas en el puntaje total, estimó un tamaño del efecto grande ($d = 1.52$) y una potencia aproximada del 99% con 25 participantes por grupo y un nivel de significancia de 0.05.

Si bien los análisis post hoc no reemplazan un cálculo prospectivo de tamaño muestral, la magnitud del efecto observado sugiere que el estudio tuvo capacidad suficiente para detectar diferencias reales entre los grupos. No obstante, estudios futuros con cálculo prospectivo y mayor número de participantes permitirían estimaciones más precisas y estrechar los intervalos de confianza alrededor del efecto.

Propiedades psicométricas del instrumento:

El instrumento mostró una consistencia interna moderada ($\alpha = 0.592$). Este valor, aunque inferior al umbral clásico de 0.70, es coherente con la evaluación de dimensiones relacionadas pero no redundantes, como interpretación y diagnóstico. La estructura bidimensional del instrumento puede explicar esta magnitud del coeficiente.

El análisis del índice de discriminación mostró que la mayoría de los ítems presentaron adecuada capacidad para diferenciar niveles de desempeño, lo que respalda su utilidad en población estudiantil. No obstante, algunos ítems con baja discriminación podrían beneficiarse de ajustes en futuras versiones del instrumento.

Fortalezas del estudio:

Entre las fortalezas se incluyen:

- Diseño experimental aleatorizado.

- Evaluación de múltiples dimensiones del desempeño.
- Uso de pruebas estadísticas acordes con la distribución de los datos.
- Análisis correlacional y psicométrico complementario.
- Estimación del tamaño del efecto.
- Análisis post hoc de potencia estadística.

Además, la intervención fue breve, factible y replicable, lo que aumenta su aplicabilidad en contextos académicos similares.

Limitaciones:

Este estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el tamaño muestral fue determinado por conveniencia y, aunque la potencia post hoc fue alta, no se realizó un cálculo prospectivo. En segundo lugar, la evaluación se realizó en un único momento posterior a la intervención, por lo que no se puede determinar la retención del efecto en el tiempo.

Adicionalmente, la población estuvo conformada por estudiantes de una sola institución académica en un entorno clínico específico, lo que puede limitar la validez externa. No se evaluó el impacto en escenarios clínicos reales ni la influencia sobre decisiones terapéuticas, por lo que los hallazgos deben interpretarse dentro del contexto educativo en el que fueron medidos.

Implicaciones y proyección futura:

Los resultados sugieren que la incorporación de herramientas estructuradas de lectura radiográfica puede asociarse con mejoras medibles en el desempeño perceptivo de estudiantes avanzados. Dado que la correlación entre interpretación y diagnóstico fue baja, futuras investigaciones podrían explorar intervenciones combinadas que integren listas de verificación con estrategias explícitas de razonamiento clínico, análisis de casos y retroalimentación estructurada.

Asimismo, estudios longitudinales permitirían evaluar la persistencia del efecto en el tiempo y su posible traducción a contextos clínicos reales, incluyendo toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas.

10. Conclusiones

La presente investigación evaluó el efecto de una intervención educativa estructurada, dirigida por residentes y basada en una lista de verificación sistemática para la interpretación de radiografías de tórax, en estudiantes de último año de medicina. Bajo un diseño experimental aleatorizado, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo intervención y el grupo control en las tres dimensiones evaluadas: interpretación radiográfica, desempeño diagnóstico y puntaje global.

El grupo que recibió entrenamiento adicional con checklist obtuvo medianas superiores en interpretación (6 vs. 3), diagnóstico (4 vs. 3) y puntaje total (10 vs. 6), con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$ en todos los dominios), determinadas mediante la prueba U de Mann–Whitney, dado que las variables no cumplieron supuestos de normalidad. Estas diferencias no solo alcanzaron significancia estadística, sino que mostraron una magnitud considerable. El tamaño del efecto estimado a partir del puntaje total fue grande (Cohen $d = 1.52$), lo que sugiere una diferencia sustancial entre grupos desde el punto de vista práctico y educativo.

En coherencia con el carácter exploratorio del estudio, el tamaño muestral fue inicialmente determinado por conveniencia. No obstante, se realizó un análisis post hoc de potencia estadística utilizando las diferencias observadas en el puntaje total entre los grupos. Con 25 participantes por grupo, un nivel de significancia bilateral de 0.05 y el tamaño del efecto estimado, la potencia estadística aproximada fue del 99%. Este hallazgo sugiere que, pese a no haberse realizado un cálculo prospectivo, el tamaño de muestra resultó suficiente para detectar las diferencias observadas entre los grupos.

El análisis de correlación de Spearman mostró una fuerte asociación entre el puntaje de interpretación y el puntaje total ($\rho = 0.784$; $p < 0.01$), así como entre el puntaje diagnóstico y el puntaje total ($\rho = 0.686$; $p < 0.01$). Sin embargo, la correlación entre interpretación y diagnóstico fue débil y no significativa ($\rho = 0.121$; $p = 0.40$), lo que sugiere que ambas competencias, aunque relacionadas, constituyen constructos parcialmente independientes. Este hallazgo es relevante desde el punto de vista pedagógico, ya que indica que el fortalecimiento de la observación sistemática no garantiza por sí mismo una integración diagnóstica proporcional.

El análisis estratificado mostró que el grupo experimental presentó correlaciones internas más coherentes entre las dimensiones evaluadas, particularmente entre diagnóstico y puntaje total ($\rho = 0.838$; $p < 0.01$), lo que podría interpretarse como una mayor integración del desempeño cuando la lectura radiográfica está guiada por una estructura explícita. En contraste, el grupo control evidenció una correlación negativa no significativa entre interpretación y diagnóstico ($\rho = -0.352$), lo cual sugiere una posible fragmentación entre los procesos de observación y formulación diagnóstica en ausencia de una guía sistemática.

Desde el punto de vista psicométrico, el instrumento mostró una consistencia interna moderada ($\alpha = 0.592$), coherente con la evaluación de dimensiones relacionadas pero no redundantes. El análisis del índice de discriminación evidenció adecuada capacidad de la mayoría de los ítems para diferenciar niveles de desempeño, respaldando la validez interna del cuestionario.

En conjunto, los hallazgos sugieren que una intervención educativa breve, estructurada y guiada mediante lista de verificación se asocia con un mejor desempeño en la interpretación de radiografías de tórax en estudiantes avanzados. El efecto observado fue particularmente marcado en el componente perceptual, lo que respalda la hipótesis de que la sistematización del proceso de lectura puede reducir errores de omisión y favorecer una exploración visual más completa.

No obstante, los resultados deben interpretarse considerando ciertas limitaciones. Aunque el diseño fue aleatorizado y la potencia estadística estimada fue alta, el estudio fue desarrollado en una sola cohorte académica y evaluó el desempeño en un único momento posterior a la intervención. No se evaluó la retención a largo plazo ni la transferencia directa a decisiones clínicas reales, lo que limita inferencias sobre impacto sostenido o aplicabilidad clínica directa.

En conclusión, este estudio aporta evidencia experimental en un campo predominantemente descriptivo, mostrando que intervenciones educativas estructuradas pueden asociarse con mejoras medibles y estadísticamente significativas en habilidades de interpretación radiográfica. Futuras investigaciones deberán explorar la sostenibilidad del efecto, su impacto clínico y la integración de estrategias adicionales orientadas al razonamiento diagnóstico para optimizar la conexión entre percepción estructurada e integración clínica.

11. Administración del proyecto

11.1 Presupuesto

RUBROS	FUENTE DE FINANCIACIÓN	TOTAL
Honorarios Asesores	Fondos propios	\$ 5000000
Licencias de software adicional	FSFB	\$3000000
Administrativos	Fondos propios	\$2000000
Publicación	Fondos propios	\$1000000
TOTAL	\$11000000	

11.2 Cronograma

Cronograma que da inicio el 05/01/2024 con la semana 1, para un tiempo estimado de realización de 20 semanas.

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Realización Protocolo de Investigación																				
Sometimiento del protocolo al comité técnico científico y de ética																				
Piloto de formatos de recolección de información																				
Recolección de información																				

12. Referencias

1. Kok EM, Abed A, Robben SGF. Does the Use of a Checklist Help Medical Students in the Detection of Abnormalities on a Chest Radiograph? *J Digit Imaging*. diciembre de 2017;30(6):726-31.
2. Jain SN, Modi T, Aswani Y, Varma RU. Chest radiography in adult critical care unit: A pictorial review. *Indian J Radiol Imaging*. 2019;29(4):418-25.
3. Panizo-Alcañiz J, Frutos-Vivar F, Thille AW, Peñuelas Ó, Aguilar-Rivilla E, Muriel A, et al. Diagnostic accuracy of portable chest radiograph in mechanically ventilated patients when compared with autopsy findings. *J Crit Care*. 1 de diciembre de 2020;60:6-9.
4. Gefter WB, Post BA, Hatabu H. Commonly Missed Findings on Chest Radiographs. *Chest*. marzo de 2023;163(3):650-61.
5. Guerrero LHU, Páramo EC, Bayona JAC, Castillo AJL, Gómez LÁM. Radiología básica: Rx-TC-RM-Ecografía. Editorial Médica Celsus; 2015. 402 p.
6. Henschke CI, Yankelevitz DF, Wand A, Davis SD, Shiau M. Chest radiography in the ICU. *Clin Imaging*. marzo de 1997;21(2):90-103.
7. Panizo-Alcañiz J, Aguilar-Rivilla E, Thille A, Peñuelas. Interpretation of Chest Radiographs of Critically Ill Patients in the ICU: How Well Do Intensivists and Radiologists Agree? En: B47 CRITICAL CARE: NON-PULMONARY CRITICAL CARE
8. [Internet]. American Thoracic Society; 2020 [citado 1 de septiembre de 2023]. p. A3563-A3563. Disponible en: https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/ajrccm-conference.2020.201.1_MeetingAbstracts.A3563
9. Al-Khafaji J, Townshend RF, Townsend W, Chopra V, Gupta A. Checklists to reduce

diagnostic error: a systematic review of the literature using a human factors framework. *BMJ Open*. 28 de abril de 2022;12(4):e058219.

10. Seo ST, Park HJ, Kim MS, Son CS, Park HS, Jeon HC, et al. Implementation of Chest X-ray Observation Report Entry System. *Healthc Inform Res*. diciembre de 2010;16(4):305-11.
11. Patuzzi J. La historia de la Radiología. Vol. 1. Viena: Sociedad Europea de Radiología (ESR); 2012. 50 p.
12. González G, González Pieri M. Historia de la Radiología. *Rev Científica Esc Univ Las Cienc Salud*. 2017;4(1):45-8.

13. Chiarenza A, Esposto Ultimo L, Falsaperla D, Travali M, Foti PV, Torrisi SE, et al. Chest imaging using signs, symbols, and naturalistic images: a practical guide for radiologists and non-radiologists. *Insights Imaging*. diciembre de 2019;10(1):114.
14. Abimanyi-Ochom J, Bohingamu Mudiyansele S, Catchpool M, Firipis M, Wanniarachchige Dona S, Watts JJ. Strategies to reduce diagnostic errors: a systematic review. *BMC Med Inform Decis Mak*. diciembre de 2019;19(1):174.
15. Klein JS, Rosado-de-Christenson ML. A Systematic Approach to Chest Radiographic Analysis. En: Hodler J, Kubik-Huch RA, Von Schulthess GK, editores. *Diseases of the Chest, Breast, Heart and Vessels 2019-2022* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2019 [citado 1 de septiembre de 2023]. p. 1-16. (IDKD Springer Series). Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-11149-6_1
16. Tarrac SE. A Systematic Approach to Chest X-Ray Interpretation in the Perianesthesia Unit. *J Perianesth Nurs*. febrero de 2009;24(1):41-9.
17. Pezzotti W. Interpretación de la radiografía de tórax: algo más que blanco y negro. *Nurs Ed Esp*. septiembre de 2014;31(5):30-7.
18. Salinas Miranda E, Cifuentes LK, Vélez JG, Pinzón BA. Enfoque inicial de las alteraciones mediastinales: revisión de sus referencias anatómicas radiográficas. *Rev Colomb Cardiol*. noviembre de 2018;25(6):380-95.
19. Reed JC (James C 1942-). *Chest Radiology: Patterns and Differential Diagnoses*. PHILADELPHIA: ELSEVIER HEALTH SCIENCES; 2018.
20. Altschul E, Remy-Jardin M, Machnicki S, Sulica R, Moore JA, Singh A, et al. Imaging of Pulmonary Hypertension. *Chest*. agosto de 2019;156(2):211-27.
21. Farshidpanah S, Klein W, Matus M, Sai A, Nguyen HB. Validation of the Vascular Pedicle width as a Diagnostic Aid in Critically Ill Patients with Pulmonary Oedema by Novice Non-Radiology Physicians-in-Training. *Anaesth Intensive Care*. mayo de 2014;42(3):321-9.

22. Webb R, Higgins C. Thoracic Imaging: Pulmonary and Cardiovascular Radiology. *Radiology*. julio de 2006;240(1):25-25.
23. Kattea MO, Lababede O. Differentiating Pneumothorax from the Common Radiographic Skinfold Artifact. *Ann Am Thorac Soc*. junio de 2015;12(6):928-31.
24. Mason SE, Dieffenbach PB, Englert JA, Rogers AA, Massaro AF, Fredenburgh LE, et al. Semi-quantitative visual assessment of chest radiography is associated with clinical outcomes in critically ill patients. *Respir Res*. diciembre de 2019;20(1):218.
25. Baratella E, Marrocchio C, Bozzato AM, Roman-Pognuz E, Cova MA. Chest X-ray in

26. intensive care unit patients: what there is to know about thoracic devices. Diagn
Interv Radiol. septiembre de 2021;27(5):633-8.